УДК 621.311.161

Лежнюк П.Д., д-р техн. наук, Кулик В.В., канд. техн. наук
Вінницький національний технічний університет
Поліщук А.Л.
Вінницькі міські електричні мережі

ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОЗРАХУНКУ ВТРАТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ У МІСЬКИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ

Робота присвячена аналізу особливостей використання методів розрахунку втрат електроенергії в розподільних електричних мережах, а також дослідженню, з використанням натурного експерименту, впливу якості інформаційного забезпечення на адекватність розрахунку технічної складової втрат.

Вступ. Відомо, що через складність міських електричних мереж (МЕМ) 10(6) кВ, істотно нерівномірний графік відпуску електроенергії споживачам, велику кількість перемикань, що виконуються для підтримання їх роботоспроможності та забезпечення безперервного живлення споживачів, визначення втрат електроенергії у таких мережах є достатньо складною задачею [1–3]. У загальному вигляді балансові втрати електроенергії у розподільних електричних мережах можуть бути подані у вигляді двох складових технічної та комерційної [4]. При цьому, технічна складова втрат електроенергії може бути обчислена з точністю, що піддається аналізу і визначається похибкою методів розрахунку, прийнятими припущеннями, а також відповідністю та надійністю інформаційного забезпечення [5]. Комерційна складова втрат, враховуючи її сутність, може бути оцінена досить приблизно. Визначення її з прийнятною точністю можливе з балансу електроенергії. Для чого необхідне розрахункове значення технічної складової втрат за звітний період, обчислене з прийнятною точністю.

Таким чином, враховуючи досвід експлуатації МЕМ, можна стверджувати, що одною з головних причин підвищених технологічних витрат електроенергії (ТВЕ) є низький рівень спостережності мереж та неналежна якість обліку електроенергії. Останнє призводить також до необґрунтовано-високих комерційних втрат [2], що, у сукупності, суттєво зменшує прибутки

енергопостачальних компаній.

Разом з тим, вдосконалення комерційного обліку електроенергії шляхом впровадження відповідних автоматизованих систем (АСКОЕ) стикається з рядом проблем: від неналежного фінансування, до відсутності єдиної концепції розвитку та методичного забезпечення. Якщо структура задач та показники ефективності АСКОЕ для міських електромереж є великою мірою визначені, то питання інформаційного забезпечення, необхідного для розв'язання поставлених задач практично не досліджувалися.

Одною з основних задач АСКОЕ є аналіз та оптимізація структури балансів електроенергії в МЕМ, і, таким чином, підвищення ефективності роботи енергетичних підприємств, у тому числі, за рахунок зменшення величини втрат електроенергії у власних мережах. Обґрунтування припущень та вибір методів розрахунку для розв'язання окремих задач АСКОЕ виконується, головним чином, виходячи з характеристик наявного інформаційного забезпечення. Таким чином, наявний обсяг і якість даних про стан та режими роботи МЕМ є визначальним фактором для забезпечення належної адекватності результатів розрахунку втрат електроенергії в них і, відповідно, розроблення заходів щодо їх зменшення. Отже, дослідження, що скеровані на забезпечення необхідної міри адекватності та точності результатів визначення складових втрат електроенергії в МЕМ є актуальними.

Метою даної статті є дослідження впливу доступного обсягу інформації про режими роботи МЕМ та періодичності її оновлення, на точність результатів розрахунку технічних втрат електроенергії в МЕМ, а також визначення характеристик інформаційного забезпечення, що дозволить розв'язувати вказану задачу з прийнятною точністю.

Натурні експерименти з аналізу балансових втрат електроенергії. Для визначення впливу характеристик інформаційного забезпечення на точність визначення технічних втрат електроенергії в МЕМ на базі Вінницьких міських мереж було проведено ряд натурних експериментів за умовами яких для окремих фрагментів МЕМ 10 кВ було забезпечено повну їх спостереж-

ність. Для цього застосовувалися мікропроцесорні засоби обліку (клас точності 0.1), що забезпечували фіксацію, як значення надходження/відпуску електроенергії, так і півгодинного графіку за період Т. Для різних фідерів кабельних ліній період Т становив 10-11 діб, оскільки протягом більшого терміну не вдавалося підтримувати незмінність їх схеми.

Протягом часу проведення експерименту лічильником на головній ділянці фідерів фіксувався графік надходження електроенергії, а лічильниками, що встановлені на ТП 10/0,4 кВ – графік її відпуску споживачам. При цьому було обрано фідери, що забезпечували передачу електроенергії як промисловим, так і комунально-побутовим споживачам.

В результаті балансування півгодинних показів лічильників, що встановлені на живильній підстанції та ТП-10/0,4 кВ, визначалися графіки балансових втрат активної та реактивної потужності у повністю спостережній мережі з дискретністю 0,5 год. Приклад такого графіку подано на рис. 1.

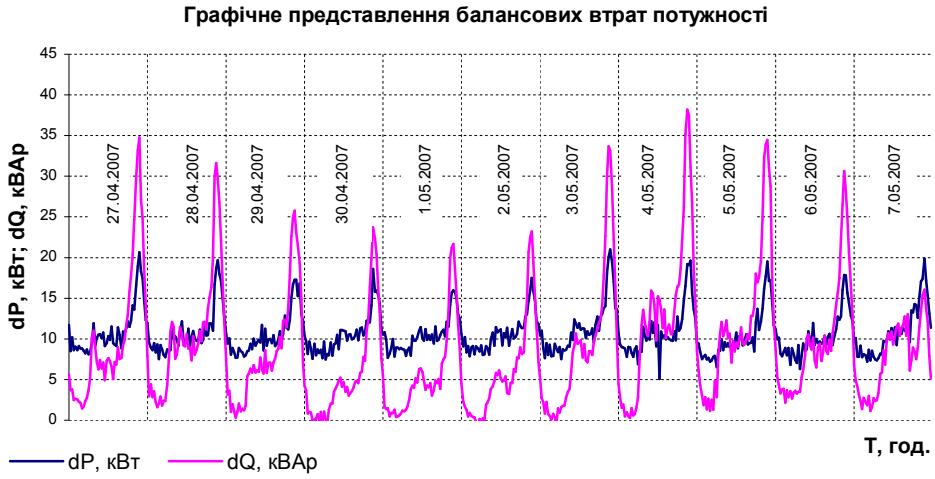

Рис. 1 – Приклад графіку зміни балансових втрат потужності у МЕМ

Для розглядуваного фрагменту МЕМ балансові втрати коливаються у межах 1,5-2,5% від відпущеної електроенергії. Їх значення використовувалося як еталонне для перевірки ефективності методів визначення технічних втрат.

Аналіз впливу інформаційного забезпечення на ефективність методів визначення втрат електроенергії. Найбільш слабкими місцями

схемотехнічних методів визначення втрат електроенергії, наприклад, на основі методу середніх навантажень, є визначення втрат потужності $\Delta P_{ср}$ та коефіцієнта форми графіка відпуску електроенергії $k_ф$. Значення цих параметрів істотно залежать від наявного інформаційного забезпечення. Результати дослідження його впливу на результати розрахунку технічних втрат електроенергії подано в табл. 1. За результатами намічено шляхи підвищення точності результатів.

Таблиця 1 – Оцінка похибок результатів розрахунку втрат в МЕМ

Метод визначення втрат електроенергії	Надходження, кВт·год	Втрати dW, кВт·год	Втрати dW, %	Похибка, кВт·год	Похибка, %
Натурний експеримент (балансові втрати)	165915	2833,82	1,708	-	-
Метод середніх навантажень (без уточнювальних даних)	165917	2346,80	1,414	487,02	17,19
Метод середніх навантажень (уточнено $k_з$ ТП 10/0,4)	165920	2484,48	1,497	349,34	12,33
Метод середніх навантажень (уточнено відпуск електроенергії по ТП 10/0,4)	165919	2501,52	1,508	332,3	11,73
Метод середніх навантажень (уточнено $k_з$ та графік надходження електроенергії)	165918	2731,20	1,646	102,62	3,62
Метод чисельного інтегрування за графіком надходження електроенергії	165915	2776,80	1,674	57,02	2,01
Метод чисельного інтегрування (уточнено $k_з$ ТП 10/0,4)	165915	2845,70	1,715	11,88	0,42

З наведеного в табл. 1 видно, що у випадку виконання розрахунку за методом середніх навантажень не маючи інформації про графік надходження електроенергії (і приймаючи його типовим), а також коефіцієнти завантаження трансформаторів ТП-10/0,4 кВ (і приймаючи пропорційний розподіл), спостерігається істотне заниження розрахункових втрат (біля 17%).

Враховуючи, що для наведеного прикладу мережі реальні коефіцієнти завантаження трансформаторів ТП 10/0,4 кВ змінюються у малих межах ($k_з$=0,2–0,5), то їх уточнення дозволяє неістотно наблизити результати розрахунку до еталонних. Суттєве покращення результатів дає уточнення графіка надходження електроенергії шляхом фіксації максимальних і мінімальних струмів в головній ділянці фідера, що використовуються для обчислення ко-

ефіцієнтів форми графіка (похибка зменшилася до 3%).

Найкращі результати дає зменшення періоду розрахунків до 30 хвилин з переходом до чисельного інтегрування, який навіть без уточнення коефіцієнтів завантаження дає, для даного прикладу, забезпечує зменшення похибки до 2%, а після уточнення розподілу навантаження між ТП-10/0,4 результати розрахунку втрат фактично збігаються з експериментальними даними.

Висновки. точність визначення технічних втрат електроенергії в МЕМ істотно залежить від обсягу та періодичності оновлення інформації щодо режимів їх роботи МЕМ. Розрахунки втрат за неповними і неточними даними можуть призводити до суттєвого недорахування технічних втрат та неадекватного складання балансів електроенергії. Заплановані за результатами таких розрахунків заходи по зменшенню втрат електроенергії є не ефективними.

Література

1. Пейзель В.М., Степанов А.С. Расчеты технических потерь энергии в распределительных электрических сетях с использованием информации АСКУЭ и АСДУ // Электричество. – 2002. – №3. – С.10–15.

2. Сподин О.И. Анализ возможных решений усовршенствования учета электроэнергии и обслуживания бытовых потребителей, снижения операционных затрат. Предложения оптимального решения // Электрические сети и системы. – 2006. – №3. – С.65–73.

3. Праховник А.В., Коцар О.В., Прокопець В.І.. Сучасні принципи побудови АСКОЕ суб'єктів ОРЕ та АСКОЕ споживачів в умовах енергоринку України // Енергетика та електрифікація. – 2006. – №4. – С. 2-7.

4. Методика складання структури балансу електроенергії в електричних мережах 0.38-150 кВ, аналізу його складових і нормування технологічних витрат електроенергії. ГНД 34.09.104-2003– К.: ГРІФРЕ, 2004. – 164 с.

5. Кулик В.В., Пискляров Д.С. Оцінка вірогідності результатів аналізу втрат електроенергії в розподільних електричних мережах засобами АСКОЕ // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – 2006. – Вип. 43. т. 1. – С. 40–49.